



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11289683 A**(43) Date of publication of application: **19.10.99**

(51) Int. Cl.

H02J 7/04
B60L 3/00
B60L 11/14
H02J 7/10
// H01M 10/44

(21) Application number: **10091835**(22) Date of filing: **03.04.98**(71) Applicant: **NIPPON SOKEN INC DENSO CORP**(72) Inventor: **KAWAI TOSHIYUKI
KATO TAKETOSHI**

(54) **APPARATUS AND METHOD FOR
DISCRIMINATING FULLY CHARGED STATE OF
BATTERY FOR HYBRID VEHICLE**

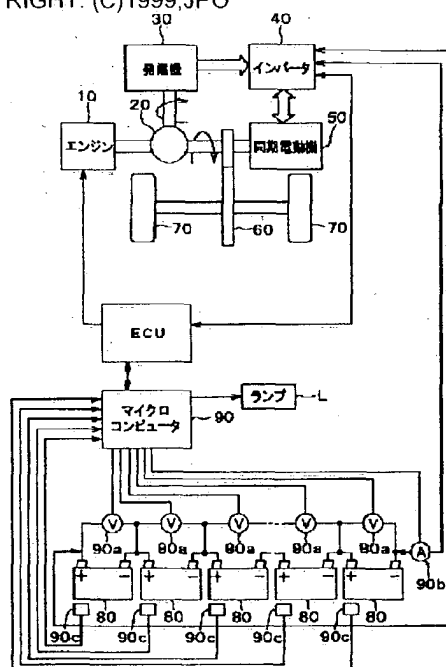
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for discriminating fully charged state of a battery by which whether or not a battery used for a hybrid vehicle is fully charged can be discriminated with good accuracy.

SOLUTION: An ammeter 90b measures the current flowing into each battery 80, and each voltmeter 90a measures the terminal voltage of each battery 80. Each temperature sensor 90c detects the temperature of each battery 80, and a microcomputer 90 discriminates whether or not each battery 80 is fully charged by calculating the internal resistance of each battery 80 based on the measured current and terminal voltage, the IR loss of each battery 80 resulting from the internal resistance during a prescribed period based on the measured current and internal resistance, and the fluctuations of the detected temperature during the prescribed period, and comparing the ratio of the IR loss to the fluctuations of the detected temperature with a

prescribed threshold.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-289683

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 2 J 7/04

H 0 2 J 7/04

C

B 6 0 L 3/00

B 6 0 L 3/00

S

11/14

11/14

H 0 2 J 7/10

H 0 2 J 7/10

B

L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-91835

(22) 出願日

平成10年(1998)4月3日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 河合 利幸

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 加藤 豪俊

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

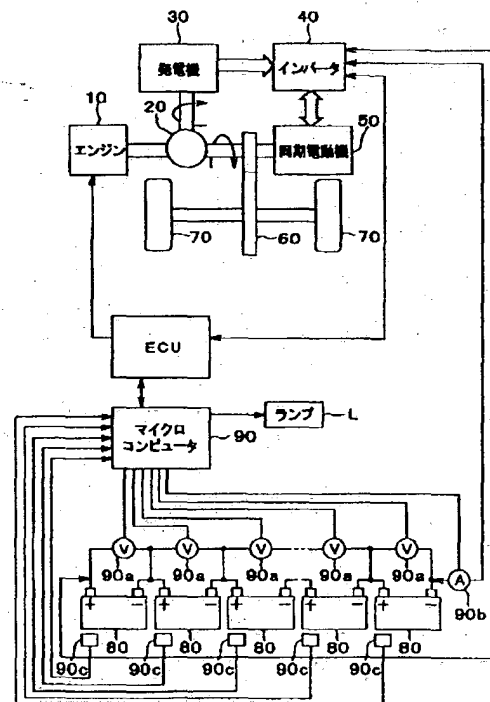
(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置及び判定方法

(57) 【要約】

【目的】 ハイブリッド車両に用いられる電池が満充電になったかどうかを精度よく判定する電池の満充電の判定装置及び判定方法を提供する。

【解決手段】 電流計90bは各電池80に流れる電流を測定する。各電圧計90aは各電池80の端子電圧を測定する。各温度センサ90cは各電池80の温度を検出する。マイクロコンピュータ90は、測定電流及び端子電圧に基づき各電池80の内部抵抗を算出し、測定電流及び内部抵抗に基づき所定の期間における各電池80のその内部抵抗によるI R損失を算出し、上記所定の期間における検出温度の変化を算出し、この検出温度の変化に対するI R損失の比を所定閾値と比較して各電池80の満充電の有無を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池（80）に流れる電流を測定し、
前記電池の端子電圧を測定し、
前記電池の温度を検出し、
前記測定電流及び前記端子電圧に基づき前記電池の内部抵抗を算出し、
前記測定電流及び前記内部抵抗に基づき所定の期間における前記電池のその内部抵抗による IR 損失を算出し、
前記所定の期間における前記検出温度の変化を算出し、
この検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比を所定閾値と比較して前記電池の満充電の有無を判定するようにしたハイブリッド車両用電池の満充電の判定方法。

【請求項 2】 前記電池に電流が所定の単位時間以上流れるとき、前記 IR 損失は、前記測定電流の二乗と前記内部抵抗との積を前記単位時間の間積分することで積分値として算出され、前記検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比は前記検出温度の変化に対する前記積分値の比でもって与えられ、
前記電池に電流が前記単位時間以上流れないとき、前記 IR 損失は、所定の単位充電量あたりの値（以下、単位充電量 IR 損失値という）として算出され、前記検出温度の変化は、前記単位充電量あたりの前記電池の温度変化（以下、単位充電量温度変化という）として算出され、かつ、前記検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比は、前記単位充電量温度変化に対する前記単位充電量 IR 損失値の比でもって与えられることを特徴とする請求項 1 に記載のハイブリッド車両用電池の満充電の判定方法。

【請求項 3】 ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池（80）に流れる電流を測定し、
前記電池の端子電圧を測定し、
前記電池の温度を検出し、
前記測定電流及び前記端子電圧に基づき前記電池の内部抵抗を算出し、
前記測定電流及び前記内部抵抗に基づき所定の期間における前記電池のその内部抵抗による IR 損失を算出し、
前記測定電流及び前記端子電圧に基づき前記所定の時間における前記電池の発熱電力を算出し、
前記所定の期間における前記検出温度の変化を算出し、
前記検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比が前記検出温度の変化に対する前記発熱電力の比よりも大きいとき、前記電池は満充電である判定するハイブリッド車両用電池の満充電の判定方法。

【請求項 4】 前記電池が複数直列接続されており、これら各電池のうちの 하나가満充電と判定されたとき、満充電判定信号を出力することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載のハイブリッド車両用電池の満充電の判定方法。

【請求項 5】 ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一

つの電池（80）に流れる電流を測定する電流検出手段（90b）と、
前記電池の端子電圧を測定する端子電圧測定手段（90a）と、
前記電池の温度を検出する温度検出手段（90c）と、
前記測定電流及び前記端子電圧に基づき前記電池の内部抵抗を算出する内部抵抗算出手段（114）と、
前記測定電流及び前記内部抵抗に基づき所定の期間における前記電池のその内部抵抗による IR 損失を算出する IR 損失算出手段（122）と、
前記所定の期間における前記検出温度の変化を算出する温度変化算出手段（131）と、
前記検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比を所定閾値と比較して前記電池の満充電の有無を判定する満充電判定手段（140）とを備えるハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置。

【請求項 6】 前記 IR 損失算出手段は、前記電池に電流が所定の単位時間以上流れるとき、前記 IR 損失を、前記測定電流の二乗と前記内部抵抗との積を前記単位時間の間積分することで積分値として算出し、前記電池に電流が前記単位時間以上流れないとき、前記 IR 損失を、所定の単位充電量あたりの値（以下、単位充電量 IR 損失値という）として算出し、
前記温度変化算出手段は、前記電池に電流が所定の単位時間以上流れるとき、前記所定の期間における前記検出温度の変化を算出し、前記電池に電流が前記単位時間以上流れないとき、前記検出温度の変化を、前記単位充電量あたりの前記電池の温度変化（以下、単位充電量温度変化という）として算出し、
前記満充電判定手段は、前記電池に電流が前記単位時間以上流れるとき、前記検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比を所定閾値と比較して前記電池の満充電の有無を判定し、前記電池に電流が前記単位時間以上流れないとき、前記検出温度の変化に対する前記 IR 損失の比に代えて前記検出温度の変化に対する前記積分値の比でもって満充電の有無の判定を行うことを特徴とする請求項 5 に記載のハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置。

【請求項 7】 ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池（80）に流れる電流を測定する電流測定手段（90b）と、
前記電池の端子電圧を測定する端子電圧測定手段（90a）と、
前記電池の温度を検出する温度検出手段（90c）と、
前記測定電流及び前記端子電圧に基づき前記電池の内部抵抗を算出する内部抵抗算出手段（114）と、
前記測定電流及び前記内部抵抗に基づき所定の期間における前記電池のその内部抵抗による IR 損失を算出する IR 損失算出手段（122）と、
前記測定電流及び前記端子電圧に基づき前記所定の時間

における前記電池の発熱電力を算出する発熱電力算出手段と、

前記所定の期間における前記検出温度の変化を算出する温度変化算出手段(131)と、

前記検出温度の変化に対する前記IR損失の比が前記検出温度の変化に対する前記発熱電力の比よりも大きいとき、前記電池は満充電である判定する満充電判定手段

(142)とを備えるハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置。

【請求項8】 前記電池が複数直列接続されており、前記満充電判定手段は、前記各電池のうちの 하나가満充電と判定したとき、満充電判定信号を出力することを特徴とする請求項5乃至7のいずれか一つに記載のハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、電池による電動機の駆動をもってエンジンの動力を補助するハイブリッド車両に採用するに適した電池の満充電の判定装置及び判定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、例えば、燃費向上等の目的のため、エンジンと電池によって駆動する電動機とを装備するハイブリッド自動車が増加している。このハイブリッド自動車の走行制御では、電池は放電と充電を頻繁に繰り返す。ここで、エンジンの燃費効率は、当該ハイブリッド自動車の加速時等の高負荷運転時に低下するため、電池により駆動される電動機のパワーで当該ハイブリッド自動車の走行を補えば、高燃費効率の領域でのエンジンの制御が可能となる。

【0003】ところで、電池は一旦放電すると、次の放電を可能にするために電池の充電が必要となる。また、電池を充電できるタイミングは、エンジンの高燃費効率の運転を保っているとき、当該ハイブリッド自動車の走行に大きなパワーを必要としないとき、及び、当該ハイブリッド自動車の減速時などの走行エネルギーを回生できるときに限られる。

【0004】しかしながら、電池を充電する際には必ず満充電になったかどうかを判定することで、電池の過充電を防止する必要がある。これを怠ると電池の破損などの電池の寿命を著しく損なうという不具合が生ずるからである。従来、電池の満充電判定方法においては、第1の方法として、電池の端子電圧で判定する方法が知られている。この判定方法は、電池の充電中に端子電圧が一定値以上にならないよう制御することで行うもので、通常の自動車の補器用バッテリーを充電するオルタネータを代表とし、主に充電中の電圧変化が大きい鉛電池に対しよく使われている。

【0005】また、第2の判定方法としては、ニッケル水素等のアルカリ系電池に対して、この電池の充電終了

時期における充電効率の低下により電池の温度が上昇することを利用して判定する方法が一般的に使われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記第1の判定方法は、電池の充電中の充電電圧を固定し、当該電池の満充電時の端子電圧の上昇を利用するものであるが、ハイブリッド自動車では、電池がエネルギーの回生時に大電流で充電されることがある。このため、電池の満充電以外にもその端子電圧が上昇することがある。

【0007】ここで、電池が満充電に達しないときの回生充電によるエネルギーは、できるだけ電池に蓄えておくことで燃費向上につながるため、上記第1の判定方法は、ハイブリッド自動車には適用できないという問題がある。さらに、上記第1の判定方法は、充電中の電圧変化が少なく、電池の満充電時にも端子電圧の上昇度合いが小さいNi-MH電池などのアルカリ系電池には、適用ができないという問題もある。

【0008】また、ハイブリッド自動車のように、その加速時には電池を放電し、その減速時には電池を充電するというように、電池に大きな充放電電流が頻繁に流れる場合には、電池の内部抵抗損失(IR損失)による発熱が大きくなる。従って、上記第2の判定方法を適用すると、電池の温度の上昇はその満充電時の値に到達するが、電池の過充電による発熱以外に、電池の内部抵抗損失(IR損失)による発熱があった場合にも満充電になったと誤判定する問題がある。

【0009】本発明は、以上のようなことに対処するため、ハイブリッド車両に用いられる電池が満充電になったかどうかを精度よく判定する電池の満充電の判定装置及び判定方法を提供することを目的とする。かかる目的の達成にあたり、本発明者は、電池の温度上昇の原因につき種々検討してみた。

【0010】図11にて示すグラフは、公称電圧1.2V(公称容量6.5Ah)の複数のニッケル水素電池(例えば、240個のニッケル水素電池)を直列に接続したものをハイブリッド自動車に搭載して走行した場合に、当該複数のニッケル水素電池の充放電電力を当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係でどのように変化するかにつき示している。図11において、縦軸の目盛りが正のとき、複数のニッケル水素電池の放電に対応し、縦軸の目盛りが負のとき、複数のニッケル水素電池の充電に対応する。

【0011】図11のグラフによれば、複数のニッケル水素電池の充放電電力が常に変化していることがわかる。図12にて示すグラフは、図11におけるような複数のニッケル水素電池の充放電電力の変化状態において、複数のニッケル水素電池の充電状態が当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係でどのように変化するかにつき示す。

【0012】今回の実験では、複数のニッケル水素電池を実験の開始前にあらかじめ満充電まで充電しておいたので、当該ハイブリッド自動車の走行時間が0分の時の複数のニッケル水素電池の充電状態は100%である。そして、このような状態を基準にして、複数のニッケル水素電池に流れる電流を積算することでその充電状態を算出してみた。

【0013】図12において、走行時間が約110分の時点で、複数のニッケル水素電池の充電状態が100%（図12にて符号P参照）に達しており、当該複数のニッケル水素電池は満充電となっていることがわかる。図13は、図12のグラフにて複数のニッケル水素電池のうちの一つが満充電となっているときに、各ニッケル水素電池の温度T及びこの温度Tの時間的変化率（ dT/dt ）が当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係でどのように変化するかにつき示している。ここで、温度Tと当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係は、グラフQ1により示されており、温度Tの時間的変化率（ dT/dt ）と当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係は、グラフQ2により示されている。

【0014】なお、温度Tの時間的変化率（ dT/dt ）は、1秒毎に測定した複数のニッケル水素電池の温度を記憶して一分間毎に平均し、一分間の温度変化として求めたものの一つで、上記計測温度Tに対応している。図13によれば、温度Tの時間的変化率（ dT/dt ）は、55分、110分、160分、230分の各時点において大きくなっている。従って、複数のニッケル水素電池の発熱が大きくなるがわかる。

【0015】しかしながら、図12の複数のニッケル水素電池の充電状態と比較してみると、複数のニッケル水素電池の充電状態が100%に達しているのは、110分の時点だけである。従って、図13によれば、温度Tの時間的変化率（ dT/dt ）は、複数のニッケル水素電池の充電状態が100%に達したとき以外にも大きくなることがあり、複数のニッケル水素電池の過充電状態

$$\text{過充電時の発熱電力 (W)} = \text{端子電圧 (V)} \times \text{電流 (A)}$$

一方、過充電になっていないときの電池の発熱は、IR損失の電力によって発生し、その電力は次の数4の式により求められる。

$$\begin{aligned} \text{IR損失電力 (W)} &= \text{IR損失電圧 (V)} \times \text{電流 (A)} \\ &= \text{電流 (A)} \times \text{電流 (A)} \times \text{内部抵抗 (\Omega)} \end{aligned}$$

ここで、IR損失電力(W)は、充電の総電力、即ち、過充電時の発熱電力(W)の一部である。従って、数3及び数4の両式の間には、次の数5の不等式が成立する。

【0024】

【数5】

IR損失電力(W) << 過充電時発熱電力(W)
従って、過充電状態に達しておらず、電池の発熱がIR損失によるものであれば、数2及び数4の両式から次の

を正確に判定することができない。

【0016】この根拠としては、当該ハイブリッド自動車の走行中に複数のニッケル水素電池に大きな電流に基づく充電（或いは放電）が起これば、複数のニッケル水素電池のIR損失による発熱が大きくなることが挙げられる。以上述べたことから、複数のニッケル水素電池の満充電を正確に判定するためには、複数のニッケル水素電池の温度上昇が当該複数のニッケル水素電池のIR損失による発熱に基づくものか、当該複数のニッケル水素電池の過充電による発熱に基づくものが精度よく区別できればよいことがわかる。

【0017】一般に、電池を空冷する場合のように冷却速度が非常に遅くなるときには、放熱のエネルギーを無視すると、発熱に消費される電力Wと電池温度Tとの間には、以下の数1により示す関係がある。

【0018】

$$\text{【数1】 } \Delta T \propto \int W dt$$

この数1の式の右辺の項は、ある期間の発熱電力Wを積分したエネルギーを表し、その単位はWh（ワットアワー）である。また、 ΔT はある期間の電池温度変化である。

【0019】従って、次の数2の式が成立する。

【0020】

$$\text{【数2】 } \Delta T / (\int W dt) \approx K$$

ここで、Kは定数である。この数2の式は、ある期間における発熱エネルギーと電池温度変化との比が一定になることを表す。

【0021】次に、電池の発熱電力につき考えてみる。電池の充電が過充電になり充電効率が低下すると、充電の電力がすべて電池の発熱のために消費されるようになる。このため、電池の発熱電力は、次の数3の式により求められるようになる。

【0022】

【数3】

【0023】

【数4】

数6の式が成立する。

【0025】

$$\text{【数6】 } \Delta T / (\int \text{電流 (A)} \times \text{電流 (A)} \times \text{内部抵抗 (\Omega)} dt) \approx K$$

ところが、過充電状態に達すると、数6の式は成立しなくなり、代わりに、数2及び数3の両式から次の数7の式が成立することになる。

【0026】

【数7】

$\Delta T / (\int \text{端子電圧 (V)} \times \text{電流 (A)}) dt = K$
 このとき、数5の式から次の数8の式が得られる。

【0027】

【数8】 $\Delta T / (\int \text{電流 (A)} \times \text{電流 (A)} \times \text{内部抵抗 (}\Omega\text{)}) dt \gg \Delta T / (\int \text{端子電圧 (V)} \times \text{電流 (A)}) dt$

即ち、IR損失電力を一定期間積分したエネルギーとその間の温度変化の比は、過充電状態に達していないときは定数Kである一定値を示すが、過充電状態に達すると、急激に大きな値をもつようになる。

【0028】従って、数7の式の左辺の項を計算し、予め閾値を設定しておけば、過充電状態に達したか否かを判定できる。ここで、数5の式の関係は、対象とする電池の内部抵抗の大きさ及び電池の冷却方法等の状況により変化するため、過充電状態になったか否かを判定する閾値も、対象電池や冷却環境により設定する必要がある。

【0029】ちなみに、数6乃至数8の各式においてその積分期間を明確にしてみると、数6乃至数8の各式は、次の数9乃至数11により置き換えることができる。ここで、単位時間 t_0 当たりのIR損失によるエネルギー損失 $Wh(t_0)$ は、次の数9の式により表される。

【0030】

【数9】 $Wh(t_0) = \int_{t_0} (I_B \times I_B \times R) dt$

ここで、 I_B は複数のニッケル水素電池の充放電電流を示し、 R は複数のニッケル水素電池の内部抵抗を示す。また、 \int_{t_0} は、単位時間内の区間を積分することを意味している。

【0031】また、複数のニッケル水素電池の単位時間当たりの温度変化 $\Delta T(t_0)$ は、次の数10の式により与えられる。

【0032】

$$\Delta T(t_0) = (T_B - T_{t_0})$$

$$Wh(t_0) = \int_{t_0} (I_B \times I_B \times R) dt$$

ここで、単位充電量 A_{ho} とは、後述する図3及び図4に示すように、充電のみの電流積算によって得られる値である。また、 $\int_{A_{ho}}$ は、累積充電量が図8に示すように単位充電量 A_{ho} の整数倍に達する時間、即ち、 t_0 から t_1 、 t_1 から t_2 、 t_2 から t_3 の期間を積分することを意味する。

【0038】また、 $T_{A_{ho}}$ は、現在の時間が t_1 からのときに t_0 時の電池温度、現在の時間が t_2 のときに t_1 時の電池温度、現在の時間が t_3 のときに t_2 時の電池温度となる。なお、上述のように、数9の式による $Wh(t_0)$ がゼロにならない処置として、充電電流のみを積算して単位充電量としたが、放電時の電流も含めて算出してもよい。これによって、積分期間で必ず充電が行われているため、数12の式による $Wh(A_{ho})$ はゼロ値を示すことがなく、数14の式による比率 $\Delta T(A_{ho})$

【数10】 $\Delta T(t_0) = (T_B - T_{t_0})$

ここで、 T_B は複数のニッケル水素電池の現実の温度を示し、 T_{t_0} は、複数のニッケル水素電池の単位時間前の温度を示す。従って、比率 $\{\Delta T(t_0) / Wh(t_0)\}$ は次の数11の式により求められる。

【0033】

【数11】 $\Delta T(t_0) / Wh(t_0) = (T_B - T_{t_0}) / \int_{t_0} (I_B \times I_B \times R) dt$

しかしながら、ハイブリッド自動車の停車などにより、単位時間 t_0 以上の電流が複数のニッケル水素電池に流れない状態がしばらく続くと、数9の式の $Wh(t_0)$ がゼロになり、数11の式による比率 $\Delta T(t_0) / Wh(t_0)$ は、無限大の値となる。従って、IR損によるエネルギー損失に対して、複数のニッケル水素電池の温度が上昇したと誤判断する場合が生じる。

【0034】そこで、数9の式の $Wh(t_0)$ がゼロにならないように、複数のニッケル水素電池の単位充電量 A_{ho} 当たりのIR損失エネルギー $Wh(A_{ho})$ 及び単位充電量当たりの温度変化 $T(A_{ho})$ を次の数12及び数13の両式より求める。

【0035】

【数12】

$Wh(A_{ho}) = \int_{A_{ho}} (I_B \times I_B \times R) dt$

【0036】

【数13】 $\Delta T(A_{ho}) = (T_B - T_{A_{ho}})$

ここで、 T_B ：複数のニッケル水素電池の現実の温度を示し、 $T_{A_{ho}}$ は複数のニッケル水素電池の単位充電量前の温度を示す。そして、その比率を $\Delta T(A_{ho}) / Wh(A_{ho})$ は次の数14の式によって求める。

【0037】

【数14】

$\Delta T(A_{ho}) / Wh(A_{ho})$ が無限大の値となることもない。

【0039】図9において、グラフS1は、単位充電量 A_{ho} 当たりのIR損失 $Wh(A_{ho}) = Wh / A_{ho}$ と当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係を示しており、グラフS2は、単位充電量当たりの電池温度変化 $\Delta T(A_{ho})$ と当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係を示している。また、図10では、グラフUは、比率 $\Delta T(A_{ho}) / Wh(A_{ho})$ と当該ハイブリッド自動車の走行時間との関係を示している。なお、ここでは、単位充電量 A_{ho} を定格容量6.5Ahに対して3%に相当する0.2Ahとしたが、10乃至1%の範囲内で設定すればよい。

【0040】図10によれば、図12にて複数のニッケル水素電池の充電状態が100%（図12にて符号P参照）に達している当該ハイブリッド自動車の走行時間1

10分の時のみ、比率 $\Delta T(Aho)/Wh(Aho)$ が、図10にて符号U1にて示すごとく大きくなっていることがわかる。従って、図10によれば、比率 $\Delta T(Aho)/Wh(Aho)$ が予め所定値以上に達したときのみ、複数のニッケル水素電池が正しく満充電であると判定できることがわかる。その結果、このような判定基準を利用すれば、上記目的の達成が可能となることが確認できた。

【0041】

【課題を解決するための手段】上記課題の解決にあたり、請求項1及び2に記載の発明によれば、ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池(80)に流れる電流を測定し、電池の端子電圧を測定し、電池の温度を検出し、測定電流及び端子電圧に基づき電池の内部抵抗を算出し、測定電流及び内部抵抗に基づき所定の期間における電池のその内部抵抗によるIR損失を算出し、上記所定の期間における検出温度の変化を算出し、この検出温度の変化に対するIR損失の比を所定閾値と比較して電池の満充電の有無を判定するようにしたハイブリッド車両用電池の満充電の判定方法が提供される。

【0042】これにより、電池の温度上昇がIR損失に基づく発熱によるものか満充電に伴う過充電による発熱によるものが明確に区別され得る。その結果、電池の満充電の判定が、IR損失による影響を受けることなく、精度よく行える。ここで、請求項2に記載の発明によれば、電池に電流が所定の単位時間以上流れるとき、IR損失は、測定電流の二乗と内部抵抗との積を上記単位時間の間積分することで積分値として算出され、検出温度の変化に対するIR損失の比は検出温度の変化に対する積分値の比でもって与えられ、電池に電流が上記単位時間以上流れないとき、IR損失は、所定の単位充電量あたりの値(以下、単位充電量IR損失値という)として算出され、検出温度の変化は、単位充電量あたりの電池の温度変化(以下、単位充電量温度変化という)として算出され、かつ、検出温度の変化に対するIR損失の比は、単位充電量温度変化に対する単位充電量IR損失値の比でもって与えられる。

【0043】これにより、電池に電流が上記単位時間以上流れていてもいなくても、電池の満充電の判定を、精度よく行える。また、請求項3に記載の発明によれば、ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池(80)に流れる電流を測定し、電池の端子電圧を測定し、電池の温度を検出し、測定電流及び端子電圧に基づき電池の内部抵抗を算出し、測定電流及び内部抵抗に基づき所定の期間における電池のその内部抵抗によるIR損失を算出し、測定電流及び端子電圧に基づき上記所定の期間における電池の発熱電力を算出し、上記所定の期間における検出温度の変化を算出し、検出温度の変化に対するIR損失の比が検出温度の変化に対する発熱電力の比よりも大きいとき、電池は満充電である判定するハイブ

リッド車両用電池の満充電の判定方法が提供される。

【0044】これによっても、請求項1と同様の作用効果を達成できる。ここで、請求項4に記載の発明によれば、請求項1乃至3のいずれか一つに記載のハイブリッド車両用電池の満充電の判定方法において、電池が複数直列接続されており、これら各電池のうちの一つが満充電と判定されたとき、満充電判定信号を出力する。

【0045】これにより、全ての電池の充電を停止すれば、各電池のうち満充電となった電池の過充電を防止できる。その結果、電池の過充電による破壊等を防止できる。また、請求項5及び6に記載の発明によれば、ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池(80)に流れる電流を測定する電流検出手段(90b)と、電池の端子電圧を測定する端子電圧測定手段(90a)と、電池の温度を検出する温度検出手段(90c)と、測定電流及び端子電圧に基づき電池の内部抵抗を算出する内部抵抗算出手段(114)と、測定電流及び内部抵抗に基づき所定の期間における電池のその内部抵抗によるIR損失を算出するIR損失算出手段(122)と、所定の期間における検出温度の変化を算出する温度変化算出手段(131)と、検出温度の変化に対するIR損失の比を所定閾値と比較して電池の満充電の有無を判定する満充電判定手段(140)とを備えるハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置が提供される。

【0046】ここで、請求項6に記載の発明によれば、IR損失算出手段は、電池に電流が所定の単位時間以上流れるとき、IR損失を、測定電流の二乗と内部抵抗との積を上記単位時間の間積分することで積分値として算出し、電池に電流が上記単位時間以上流れないとき、IR損失を、所定の単位充電量あたりの値(以下、単位充電量IR損失値という)として算出し、温度変化算出手段は、電池に電流が所定の単位時間以上流れるとき、上記所定の期間における検出温度の変化を算出し、電池に電流が上記単位時間以上流れないとき、検出温度の変化を、単位充電量あたりの電池の温度変化(以下、単位充電量温度変化という)として算出し、満充電判定手段は、電池に電流が上記単位時間以上流れるとき、検出温度の変化に対するIR損失の比を所定閾値と比較して電池の満充電の有無を判定し、電池に電流が上記単位時間以上流れないとき、検出温度の変化に対するIR損失の比に代えて検出温度の変化に対する積分値の比でもって満充電の有無の判定を行う。

【0047】従って、請求項5、6に記載の発明によれば、請求項1、2に記載の発明の作用効果を達成し得るハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置の提供が可能である。また、請求項7に記載の発明によれば、ハイブリッド車両に搭載の少なくとも一つの電池(80)に流れる電流を測定する電流測定手段(90b)と、電池の端子電圧を測定する端子電圧測定手段(90a)と、電池の温度を検出する温度検出手段(90c)と、測定

電流及び端子電圧に基づき電池の内部抵抗を算出する内部抵抗算出手段(114)と、測定電流及び内部抵抗に基づき所定の期間における前記電池のその内部抵抗によるIR損失を算出するIR損失算出手段(122)と、測定電流及び端子電圧に基づき上記所定の時間における電池の発熱電力を算出する発熱電力算出手段と、上記所定の期間における検出温度の変化を算出する温度変化算出手段(131)と、検出温度の変化に対するIR損失の比が検出温度の変化に対する発熱電力の比よりも大きいとき、電池は満充電である判定する満充電判定手段

(142)とを備えるハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置が提供される。

【0048】これにより、請求項5に記載の発明の作用効果を達成し得るハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置の提供が可能である。また、請求項8に記載の発明によれば、請求項5乃至7のいずれか一つに記載のハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置において、電池が複数直列接続されており、満充電判定手段は、各電池のうちの一つが満充電と判定したとき、満充電判定信号を出力する。

【0049】これにより、請求項4に記載の発明の作用効果を達成できるハイブリッド車両用電池の満充電の判定装置の提供が可能となる。

【0050】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基いて説明する。図1は、本発明がハイブリッド自動車に適用された例を示している。このハイブリッド自動車は、高負荷時には主に電池により駆動される電動機で走行し、低負荷時にはエンジンで走行しながら電池の充電を行う。

【0051】当該ハイブリッド自動車の電子制御ユニット(以下、ECUという)では、後述するマイクロコンピュータ90による制御のもと、ハイブリッド自動車の通常走行時、エンジン10から得られる動力を、動力分割機構20により分割し、この動力分割機構20により分割した動力の一部をもって、発電機30を駆動し、発電機30からの電力をもってインバータ40を介し交流永久磁石同期電動機50を駆動するようになっている。また、動力分割機構20により分割された残りの動力をもって、歯車列60を介し当該自動車の両駆動輪70を駆動する。

【0052】このとき、発電機30を駆動する動力と両駆動輪70を駆動する駆動力との割合は、エンジン10を最も効率のよい領域で駆動できるように、動力分割機構20により調整される。また、当該ハイブリッド自動車の加速時等のエンジンの高負荷時には、複数のNi-MH型電池80の電力をもってインバータ40により同期電動機50及び歯車列60を介し両駆動輪70の駆動用動力を補助することで、エンジン10の効率の低下を防止する。

【0053】また、当該自動車の減速時には、両駆動輪70の駆動力が歯車列60を介し同期電動機50を駆動してこの同期電動機50に発電させ、この発電電力をインバータ40を介し複数の電池80に蓄える。これにより、動力の回生を実現する。具体的には、電池80の容量が低下すると、エンジン10の駆動力を増加するように図示しないエンジンスロットルを制御し、低負荷時にインバータ40により電池80を充電する。さらに、減速時には、車輪70、歯車列60を介して、同期電動機50を介して発電し、インバータ40を経由し電池80を充電することでエネルギーの回生を実現している。

【0054】上述した複数の電池80は、上記ECU及びマイクロコンピュータ90と共に当該自動車に搭載されており、これら複数の電池80は、必要な電力を取り出せるように、所定の電力容量を有し、直列接続されている。マイクロコンピュータ90は、図2乃至図5にて示すフローチャートに従いコンピュータプログラムを実行し、この実行中において、複数の電圧計90a、電流計90b及び複数の電池温度センサ90cの各出力に基づき複数の電池80の満充電判定及びランプLの点灯のための演算処理をする。なお、上記コンピュータプログラムはマイクロコンピュータ90のROMに予め記憶されている。

【0055】複数の電池温度センサ90cは複数の電池80の温度をそれぞれ検出する。なお、複数の電圧計90a及び複数の電池温度センサ90cは、複数の電池80にそれぞれ対応して設けた方が、複数の電池80の個々のばらつきに対応した制御が可能である点で望ましいが、コストダウンなどの目的から、電圧計や電池温度センサの各数を減らすことも可能である。

【0056】このように構成した本実施形態において、当該ハイブリッド自動車のイグニッションスイッチをオンすることで、マイクロコンピュータ90は、図2のフローチャートに従いコンピュータプログラムを実行し始める。ここで、図2の各満充電判定ルーチンA1乃至Anの各々は、図2及び図3のフローチャートにより特定される。また、各満充電判定ルーチンA1乃至Anは、図1の各電池80の満充電判定処理に対応する。

【0057】まず、満充電判定ルーチンA1において図1の図示左側電池80の満充電判定処理がなされる。そこで、この左側電池80の満充電判定処理につき図3及び図4のフローチャートに基づき説明する。ステップ100において、左側電池80に対する左側電圧計90aの測定電圧(以下、端子電圧VBという)、電流計90bの測定電流(以下、充放電電流IBという)及び左側電池温度センサ90cの検出温度(以下、電池温度TBという)がマイクロコンピュータ90に入力される。なお、端子電圧VB、充放電電流IB及び電池温度TBは、所定の時間間隔 Δt の経過毎にサンプリングされて入力される。

【0058】次に、コンピュータプログラムは内部抵抗演算ルーチン110（図3及び図5参照）に進む。この内部抵抗演算ルーチン110のステップ111において、ステップ100におけるサンプリングに基づく端子電圧VB及びこれに対応する充放電電流IBが、それぞれ、組のデータとしてセットされる。ついで、ステップ112において、ステップ111における組のデータの数（以下、組データ数Nという）がカウントされる。

【0059】その後、ステップ113において、組データ数Nが所定値No以上か否かが判定される。ここで、所定値Noは、左側電池80の電池容量の変化を無視できる程度の期間に対応する。なお、組データ数Nが所定

数Noに達すればよく、例えば、カウント中の電池容量変化が所定数Noに達するまでの期間に設定してもよい。本実施形態では、150秒間の組のデータを収集するように設定した。また、組のデータのセット期間は、なんら制限するものではない。

【0060】次に、ステップ114において、左側電池80の内部抵抗Rが次の数15の式に基づきステップ111における各組のデータの端子電圧VB及び充放電電流IB並びに組データ数Nに応じて算出される。

【0061】

【数15】

$$R = \frac{\sum IB \times \sum VB - N \times \sum (IB \times VB)}{\sum IB \times \sum IB - N \times \sum (IB \times IB)}$$

ここで、数15の式は最小2乗法を利用したものである。

【0062】ちなみに、組データ数Nからなる各組のデータの端子電圧VB及び充放電電流IBに基づき最小2乗法により内部抵抗Rをグラフから求める場合について説明する。まず、図6にて示すように、各組のデータの端子電圧VB及び充放電電流IBが互いに対応する点

（図6にて符号m参照）をそれぞれプロットする。そして、これら各点mの値に対し最小2乗法を適用して直線（図6にて符号n参照）を描く。これによれば、直線nの傾き、即ち、この直線nにより決まる直線式の勾配が内部抵抗Rを表す。

【0063】この内部抵抗Rは、数15の式で求めた内部抵抗Rと同じである。以上のようにして、内部抵抗Rの算出が終わると、ステップ115において、以後の内部抵抗Rの更新を可能とするため、ステップ114にて内部抵抗Rを算出したときの各組のデータ及び組データ数Nがクリアされた後、内部抵抗演算ルーチン110の処理が終了される。

【0064】なお、ステップ113にてNOと判定された場合には、そのまま内部抵抗演算ルーチン110の処理が終了される。以上のような内部抵抗演算ルーチン110の繰り返しをもって、組データ数Nが所定数No個以上収集できたとき毎に、ステップ115において内部抵抗Rが最新の値に更新されていく。

【0065】内部抵抗演算ルーチン110の処理の終了後、図3のステップ120において、電流計90bを流れる電流の方向に基づき左側電池80の充電か否かが判定される。ここで、充電の場合には、ステップ120における判定がYESとなり、次のステップ121において、左側電池80の充電量Ahcが、次の数16の式に基づき各充放電電流IBの積算をもって算出される。

【0066】

【数16】 $Ahc = \sum IB$

なお、充電量Ahcの算出は、この充電量Ahcが単位充電量Aho（≠0）になるまでなされる。その後、ステップ130において、充電量Ahcが単位充電量Aho以上に達したか否かが判定される。なお、単位充電量Ahoは、対象とする電池の定格容量に対して1乃至10%程度の値であって、本実施形態では定格容量6.5Ahの3%に相当する0.2Ahと設定されている。

【0067】しかして、充電量Ahcが単位充電量Aho以上のときには、ステップ130にてYESと判定される。一方、充電量Ahcが単位充電量Aho未満のときには、ステップ130における判定がNOとなる。上述のごとくステップ120における判定がNOとなる場合には、IR損失Wh（Aho）が、ステップ122において、内部抵抗演算ルーチン110で求めた内部抵抗Rを用いて、次の数17の式に基づき積算される。

【0068】

【数17】 $Wh(Aho) = \sum (IB^2 \times R) \cdot \Delta t$

一方、上述のごとくステップ130にてYESと判定されたときは、ステップ131において、左側電池80の満充電の判定を行うためのパラメータ $\Delta T(Aho) / Wh(Aho)$ が次の数18の式に基づき算出される。

【0069】

【数18】

$$\frac{\Delta T(Aho)}{Wh(Aho)} = \frac{TB - T_{Aho}}{Wh(Aho)}$$

この数18の式において、 $\Delta T(Aho)$ は、左側電池80の温度変化を示し、 T_{Aho} は、ステップ141において過去のデータとして更新された電池温度を示し、 $Wh(Aho)$ は、ステップ122にて演算され値を示す。

【0070】ステップ131における算出後、ステップ

140において、パラメータ $\Delta T(Aho)/Wh(Aho)$ が所定の閾値 TH 以上か否かが判定される。ここで、パラメータ $\Delta T(Aho)/Wh(Aho)$ が閾値 TH 以上であれば、ステップ140における判定がYESとなる。本実施形態において、パラメータ $\Delta T(Aho)/Wh(Aho)$ は、図10のグラフを参考にし、 $60(^\circ C/Wh)$ 以上に達したとき、満充電と判定するように、閾値 TH を $60(^\circ C/Wh)$ と設定した。

【0071】なお、この閾値 TH は、左側電池80の熱容量や冷却システム等の電池をとりまく環境等を含めて、設定した方がより正確に満充電を判定できる。上述のようにステップ140におけるYESとの判定がなされると、ステップ142において、左側電池80は満充電されていると判定される。この場合、上述のごとく閾値 TH が設定されているから、満充電時の過充電に基づく温度上昇をIR損失による温度上昇から精度よく識別できる。その結果、満充電の判定が精度よくなされ得る。

【0072】そして、ステップ143において、満充電出力信号がECUに出力されるとともにランプLにその点灯信号として出力される。このため、ECUは上記満充電出力信号に基づきエンジン10及びインバータ40の制御を行い、ランプLは点灯して左側電池80の満充電を表示する。ステップ143の処理後、ステップ144において、IR損失 $Wh(Aho)=0$ 及び単位充電量 $Aho=0$ とクリアされ、前回の電池温度 $T_{Aho}=T_B$ と更新される。そのご、ステップ145にてマイクロコンピュータ90のその後の処理が停止される。これは、左側電池80の満充電後も満充電判定ルーチンA1が繰り返されると、左側電池80がその過充電により破裂等の故障を招くおそれがあるためである。

【0073】一方、ステップ140における判定がNOとなると、ステップ141において、IR損失 $Wh(Aho)=0$ 及び単位充電量 $Aho=0$ とクリアされ、前回の電池温度 $T_{Aho}=T_B$ と更新される。なお、ステップ150において、当該ハイブリッド自動車が行走終了である場合には、YESと判定される。

【0074】一方、ステップ150における判定がNOとなる場合には、コンピュータプログラムが、ステップ151を介し次の満充電判定ルーチンA2に進む。この満充電判定ルーチンA2においては、左側電池80に隣接する電池80（以下、隣接電池80という）の満充電判定処理が、左側電池80の満充電判定処理と同様に図3乃至図5のフローチャートに従いなされる。

【0075】この満充電判定ルーチンA2において、図4のステップ140でYESと判定される場合には、ステップ142にて、隣接電池80は満充電と判定され、その後の各ステップ143乃至145の処理がなされる。これにより、満充電判定ルーチンA1の場合と同様の理由により、マイクロコンピュータ90による処理が

停止される。

【0076】また、ステップ150における判定がNOとなる場合には、コンピュータプログラムは、ステップ151を介し次の満充電判定ルーチンA3に進む。この満充電判定ルーチンA3では、上記隣接電池80に隣接する電池80の満充電判定処理が、左側電池80の満充電判定処理と同様になされる。以下、残りの各電池80の満充電判定処理が、満充電判定ルーチンA1の場合と同様にして、満充電判定ルーチンA4乃至Anに基づき順次なされる。

【0077】以上説明したように、各満充電判定ルーチンA1乃至Anにおいて、各電池80の満充電の有無を、IR損失に基づく発熱による温度上昇から満充電に伴う過充電に基づく温度上昇を区別しつつ判定する。よって、各電池80の満充電の有無の判定を精度よく行える。ここで、各満充電判定ルーチンA1乃至Anのいずれかにおいて、ステップ142にて満充電と判定した場合には、その後の満充電判定ルーチンを行うことなく、全電池80の充電を停止する。これにより、各電池80の少なくとも一つが過充電により破壊等することもない。

【0078】なお、本発明の実施にあたり、電池80は、鉛電池やニッケル水素電池等に限ることなく、一般に2次電池であれば、本発明の適用が可能である。また、本発明の実施にあたり、ステップ140における判定基準 $\{\Delta T(Aho)/Wh(Aho) \geq TH\}$ に代えて、数8の式を採用して実施しても、上記実施形態と同様の作用効果を達成できる。

【0079】また、本発明の実施にあたり、ハイブリッド自動車に限ることなく、一般に、ハイブリッド車両に本発明を適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す全体構成図である。

【図2】図1のマイクロコンピュータの作用を示すフローチャートである。

【図3】図2の各満充電判定ルーチンの詳細フローチャートを示す前段部である。

【図4】図2の各満充電判定ルーチンの詳細フローチャートを示す後段部である。

【図5】図3の内部抵抗演算ルーチン110の詳細フローチャートである。

【図6】電池の端子電圧と充放電電流との関係を示すグラフである。

【図7】電池の電流の時間的変化を示すグラフである。

【図8】電池の累積充電量の時間的変化を示すグラフである。

【図9】温度変化 $\Delta T(Aho)$ とハイブリッド自動車の走行時間との関係を示すグラフである。

【図10】 $\{\Delta T(Aho)/Wh(Aho)\}$ とハイブリッド自動車の走行時間との関係を示すグラフである。

【図11】電池の充放電電力とハイブリッド自動車の走行時間との関係を示すグラフである。

【図12】電池の充電状態とハイブリッド自動車の走行時間との関係を示すグラフである。

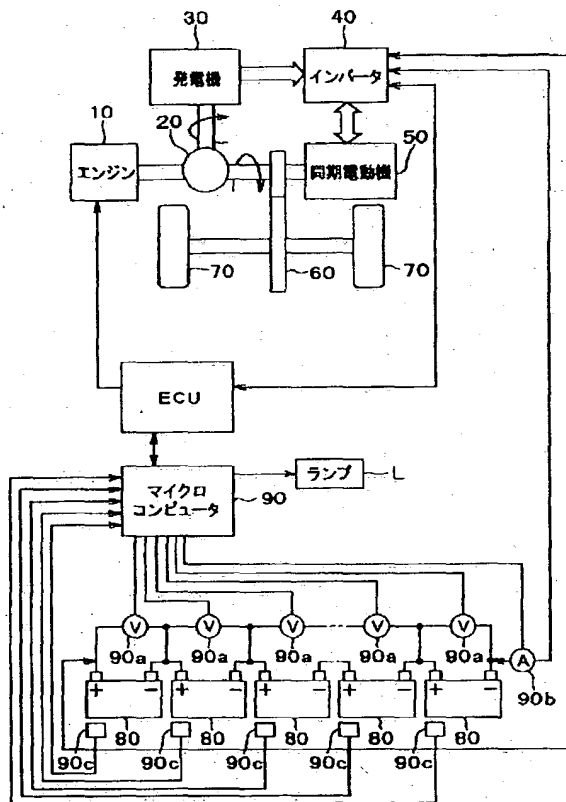
【図13】 $\{dT(Aho)/dt\}$ とハイブリッド自動

車の走行時間との関係を示すグラフである。

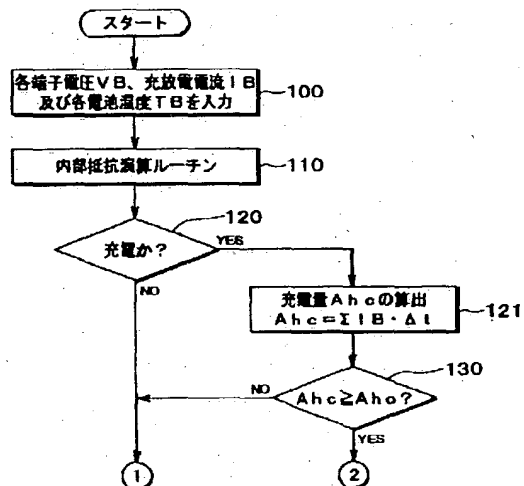
【符号の説明】

80…電池、90…マイクロコンピュータ、90a…電圧計、90b…電流計、90c…温度計。

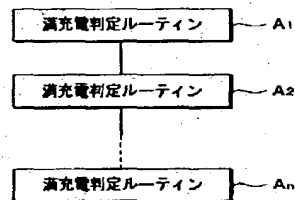
【図1】



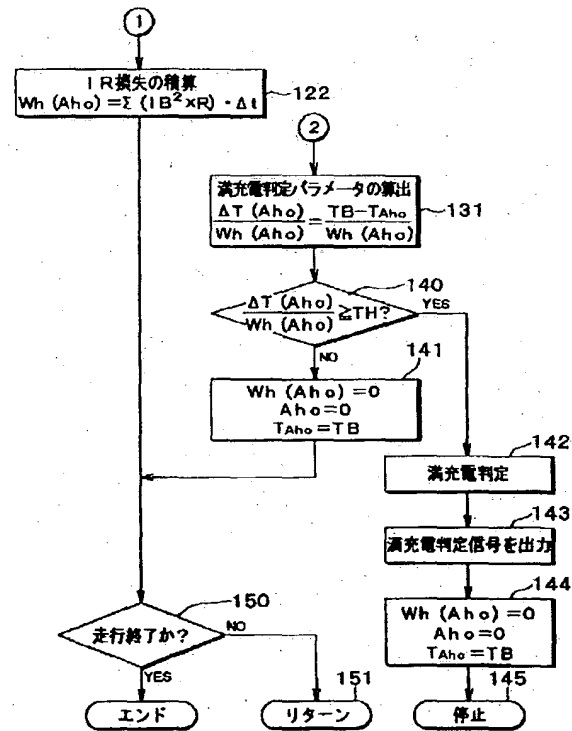
【図3】



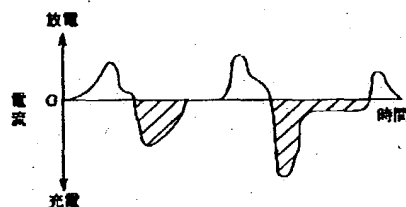
【図2】



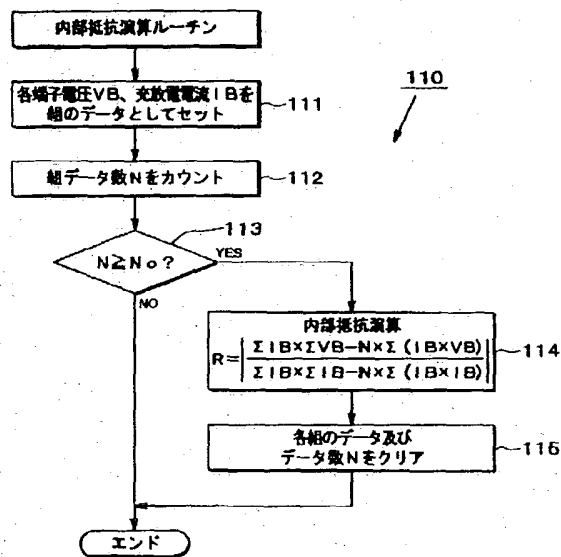
【図4】



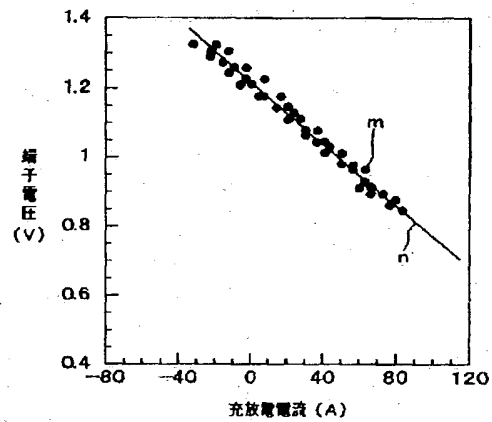
【図7】



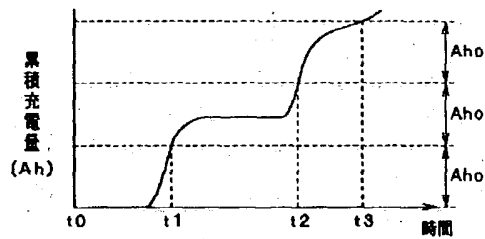
【図5】



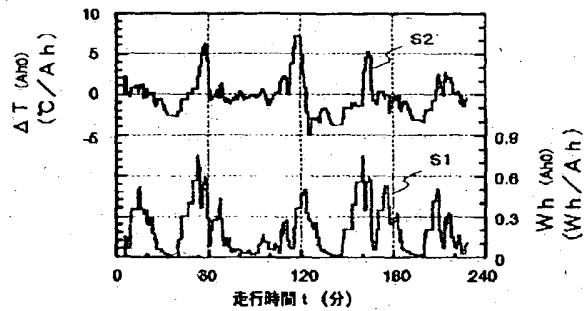
【図6】



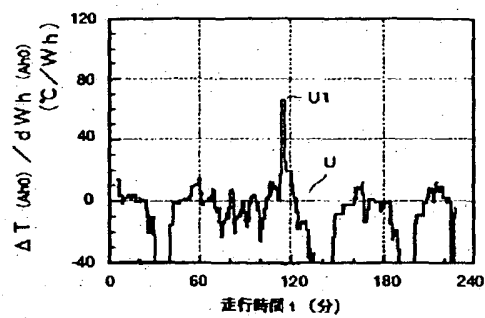
【図8】



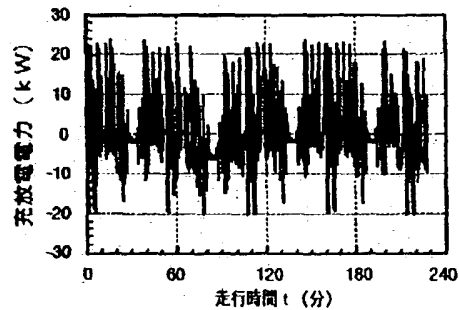
【図9】



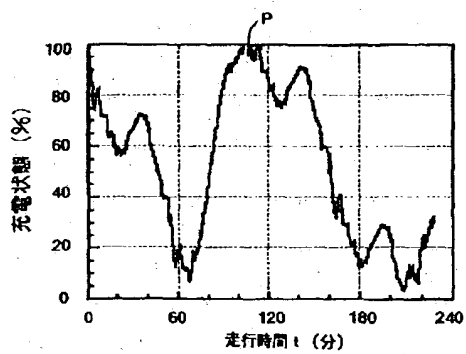
【図10】



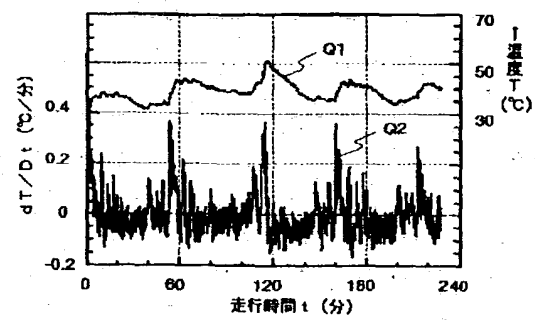
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

// H 0 1 M 10/44

F I

H 0 1 M 10/44

Q